Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“___”_____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование электрофизических установок и ускорителей
Образовательная программа: 12.04.01 Приборостроение, магистерская программа: Информационно-измерительные и управляющие системы в ускорителях заряженных частиц

Новосибирск 2025

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Конструирование электрофизических установок и ускорителей представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по **дисциплине** Конструирование электрофизических установок и ускорителей.

Таблица

Формируемые компетенции	**Индикаторы компетенций**	**Темы**	**Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций**	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	**Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)**
ПК-2.В/ПТ Способность осуществлять метрологическое обеспечение профессиональной деятельности	2. Знает основные физические эффекты, используемые для получения измерительной информации, и способы их аппаратной реализации	Вводы в вакуум. Вводы движения в вакуум: вводы с неметаллическими уплотнителями, вводы с металлическими разделителями. Электрические вакуумные вводы. Классификация ускорителей заряженных частиц, назначение, основные тенденции развития. Устойчивость движения частиц в ускорителях, показатель спада магнитного поля. Принцип мягкой и сильной фокусировки. Конструкции циклических ускорителей. Циклотрон. Принцип действия, особенности конструкции, основные системы. Микротрон: основные системы и соотношения, темп ускорения. Особенности конструкции многодорожечных разрезных микротронов. Бетатроны: конструктивные особенности и область применения. Варианты конструкции. Накопители заряженных частиц. Назначение и классификация. Принципиальные особенности магнитной, вакуумной и высокочастотной систем накопителей. Конструкции накопителей ВЭПП-2, ВЭПП-2М, ВЭПП-3, ВЭПП-4. Накопители электронов специализированные источники синхротронного излучения. Общие вопросы проектирования электромагнитных устройств. Основные свойства ферромагнитных материалов;	Контрольная работа, 1 сем, разделы 2,3	Экзамен, вопросы 1-25

		магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Кривая намагничивания. Плазменные установки ИЯФ. Ловушки с вращающейся плазмой (ПСП), амбиполярные адиабатические ловушки (АМБАЛ), многопробочные ловушки и газодинамическая ловушка (ГДЛ). Особенности конструкции и расчетов. Поток газа в откачиваемом объеме. Газоотделение, газопроницаемость и натекание через неплотности и соединения. Суммарный газовый поток. Дифференциальная откачка. Предмет и содержание курса. Структура современных электрофизических установок. Основные инженерные, технические и технологические проблемы. Силовое действие магнитного поля. Тяговые электромагниты: клапанные и прямоходовые. Синхротроны. Принцип действия, выбор параметров, конструктивные особенности основных систем, магнитная и вакуумная системы, ускорительная система, особенности выпуска и впуска, вспомогательные устройства. Современные тенденции в конструкциях синхротронов.		
ПК-9.В/НА Способен проектировать и эксплуатировать электрофизические установки и ускорители	1. Умеет проектировать измерительные и управляющие элементы ускорителей	Неразъемные вакуумноплотные соединения. Вакуумноплотная сварка металлов. Вакуумноплотная пайка металлов. Вакуумноплотные соединения металлов с керамикой. Вакуумноплотные металлостеклянные спаи. Основные магнитные элементы ускорителей (накопителей) заряженных частиц и электронноoптических каналов. Поворотные магниты, корректоры, осесимметричные магнитные линзы, квадрупольные линзы, линзы Пановского, секступольные и октупольные линзы и т. п. Основные материалы, применяемые в вакуумной технике (стали, цветные металлы и их сплавы, тугоплавкие металлы, спецсплавы, стекло, керамика, прочие неметаллические материалы). Основы вакуумной техники. Основные понятия и определения, процесс откачки. Вакуумные насосы:	Контрольная работа, 2 сем, разделы 2,3	Экзамен, вопросы1-25

		адсорбционные, механические, диффузионные, магниторазрядные, сублимационные, турбомолекулярные и криогенные. Вакуумные ловушки. Разъемные вакуумноплотные соединения. Соединения с резиновыми уплотнителями. Соединения с индиевыми уплотнителями. Соединения с алюминиевыми и медными уплотнителями. Уплотнения для соединений диаметром свыше 1500 мм. Скорость откачки объекта. Проводимость и режимы течения разреженного газа. Основное уравнение вакуумной техники. Тепловыделение в электрофизических установках. Источники выделения тепла: прохождение по деталям электрического тока, излучение со стороны какого-то нагретого тела, бомбардировка заряженными частицами. Теплоотвод и распределение температур. Теплопроводность: теплопроводность плоской стенки, теплопроводность цилиндрической стенки, контактная теплопроводность. Конвективный теплообмен: закон Ньютона, режимы течения жидкости и газа, теория подобия и конвективный теплообмен. Тепловое излучение: потоки излучения, теплообмен излучением между телами, тепловые экраны. Нестационарные процессы: время выхода на режим, установившийся режим при импульсном нагреве. Электрофизические установки для проведения исследований в области управляемого термоядерного синтеза (УТС). Магнитные ловушки открытого типа. Замкнутые магнитные ловушки.		
ПК-9.В/НА	2. Знает физические основы устройства и функционирования ускорителей частиц	Вводы в вакуум. Вводы движения в вакуум: вводы с неметаллическими уплотнителями, вводы с металлическими разделителями. Электрические вакуумные вводы. Классификация ускорителей заряженных частиц, назначение, основные тенденции развития. Устойчивость движения частиц в ускорителях, показатель спада магнитного поля. Принцип	РГЗ – разделы 2,3	Зачет вопросы 1-25 Экзамен, вопросы 1-25

		мягкой и сильной фокусировки. Конструкции циклических ускорителей. Циклотрон. Принцип действия, особенности конструкции, основные системы. Микротрон: основные системы и соотношения, темп ускорения. Особенности конструкции многодорожечных разрезных микротронов. Бетатроны: конструктивные особенности и область применения. Варианты конструкции. Накопители заряженных частиц. Назначение и классификация. Принципиальные особенности магнитной, вакуумной и высокочастотной систем накопителей. Конструкции накопителей ВЭПП-2, ВЭПП-2М, ВЭПП-3, ВЭПП-4. Накопители электронов специализированные источники синхротронного излучения. Неразъемные вакуумноплотные соединения. Вакуумноплотная сварка металлов. Вакуумноплотная пайка металлов. Вакуумноплотные соединения металлов с керамикой. Вакуумноплотные металлостеклянные спаи. Основные магнитные элементы ускорителей (накопителей) заряженных частиц и электронноoптических каналов. Поворотные магниты, корректоры, осесимметричные магнитные линзы, квадрупольные линзы, линзы Пановского, секступольные и октупольные линзы и т. п. Плазменные установки ИЯФ. Ловушки с вращающейся плазмой (ПСП), амбиполярные адиабатические ловушки (АМБАЛ), многопробочные ловушки и газодинамическая ловушка (ГДЛ). Особенности конструкции и расчетов. Поток газа в откачиваемом объеме. Газоотделение, газопроницаемость и натекание через неплотности и соединения. Суммарный газовый поток. Дифференциальная откачка. Предмет и содержание курса. Структура современных электрофизических установок. Основные инженерные, технические и технологические проблемы. Разъемные вакуумноплотные соединения.		

		Соединения с резиновыми уплотнителями. Соединения с индиевыми уплотнителями. Соединения с алюминиевыми и медными уплотнителями. Уплотнения для соединений диаметром свыше 1500 мм. Тепловыделение в электрофизических установках. Источники выделения тепла: прохождение по деталям электрического тока, излучение со стороны какого-то нагретого тела, бомбардировка заряженными частицами. Теплоотвод и распределение температур. Теплопроводность: теплопроводность плоской стенки, теплопроводность цилиндрической стенки, контактная теплопроводность. Конвективный теплообмен: закон Ньютона, режимы течения жидкости и газа, теория подобия и конвективный теплообмен. Тепловое излучение: потоки излучения, теплообмен излучением между телами, тепловые экраны. Нестационарные процессы: время выхода на режим, установившийся режим при импульсном нагреве. Электрофизические установки для проведения исследований в области управляемого термоядерного синтеза (УТС). Магнитные ловушки открытого типа. Замкнутые магнитные ловушки.		

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 1 семестре - в форме экзамена, в 2 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-2.В/ПТ, ПК-9.В/НА и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Зачет проводится в устной форме, по билетам, которые составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета,позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим два вопроса, каждый из

которых требует развернутого ответа с пояснениями и обоснованием излагаемого материала. Билет формируется из приведенного в Паспорте экзамена списка вопросов, позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-2.В/ПТ, ПК-9.В/НА, закрепленных за дисциплиной.

3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы с сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.